

УДК 539.3.62.416

DOI: 10.17223/00213411/64/3/74

LIANG MA, JINAN GU

ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ ПРОВОДЯЩЕГО СЛОЯ В ЗОНЕ ИЗГИБА ГИБКИХ ОРГАНИЧЕСКИХ СВЕТОИЗЛУЧАЮЩИХ ДИОДОВ

С целью решения проблемы обрыва в проводящем слое, вызванного складкой в зоне изгиба гибких органических светоизлучающих диодов FOLED, и повышения эффективности оптимизирована схема проводящего слоя в этой зоне. На полимерной подложке были приготовлены образцы FOLED, в которых зона изгиба сформирована путем наложения полимера, контакта, металлической проволоки и других слоев. Проанализировано эквивалентное рабочее состояние процесса изгиба и проведено трехмерное конечно-элементное моделирование области изгиба FOLED. По результатам имитационного анализа области изгиба предлагается оптимальная толщина слоя полимера. При этом должны быть строго учтены пороговые условия повреждения материала в проводящем слое: необходимо, чтобы кумулятивная пластическая деформация в положениях $A-A$ и $B-B$ была меньше, чем в слое без повреждений. Показано, что оптимальная схема применения проводящего слоя заключается в использовании оптимального распределения механических напряжений для уменьшения угла скрутки, приводящего к разрушению зоны изгиба FOLED.

Ключевые слова: FOLED, область изгиба, проводящий слой, конечно-элементное моделирование, схема провода.

Введение

Органические светоизлучающие диоды (OLED) представляют одну из наиболее перспективных технологий для отображения информации благодаря своей высокой яркости, широкому углу обзора, низкому энергопотреблению и широкому диапазону рабочих температур [1, 2]. Одно из самых больших преимуществ OLED заключается в том, что они могут быть реализованы, например, в виде гибкого дисплея, что показывает преимущества органического полупроводника [3]. Гибкие органические светоизлучающие диоды (FOLED), представляющие собой тип OLED, состоят из анодов, катодов и органических функциональных слоев между ними. По крайней мере, одна сторона электродов прозрачна для получения светоизлучающей поверхности [4, 5]. При этом подложка FOLED гибкая, она легче, тоньше и более ударопрочна, чем OLED-дисплей на стеклянной подложке [6]. Кроме того, ожидается, что FOLED будет производиться в виде рулонов, что значительно снизит их стоимость.

Разработка OLED началась в 1982 г. Была использована проводящая подложка из стекла, содержащая оксиды индия и олова (ITO) [7, 8], на которую напылялась пленка фталоцианина с медью толщиной 0.1 мкм (CuPc) с хорошей термостойкостью, низкой рабочей функцией и высокой эффективностью инжекции на аноде ITO для введения в проводящий слой. Для предотвращения появления точечных пробоев, приводящих к повреждению изоляции, на слой CuPc был нанесен слой полимерной пленки, содержащей флуоресцентный пигмент трифенилбутadiен. При использовании катода из Ag при постоянном напряжении 30 В был получен синий люминесцентный материал (EL) с яркостью 170 кд/м². С этого времени начались исследования органической пленки. Позже стала применяться ультратонкая пленочная технология и органический дырочный проводящий слой TPD с лучшим эффектом передачи [9]. В разработанном люминесцентном слое OLED использовались катоды из сплавов Alq₃ (гидроксихинолилат алюминия) и Mg и Ag с низкой рабочей функцией, что значительно повысило эффективность инжекции носителя [9]. С помощью этих мер светимость EL OLED при напряжении питания 10 В постоянного тока может достигать 1000 кд/м². В 1988 г. К. Адачи с соавторами предложили многослойный сэндвич-дисплей, который сделал исследования OLED актуальными.

Использовали полианилин (PANI) для скручивания проводящей пленки на гибкой прозрачной подложке и полиэтилентерефталат (PET) путем нанесения раствора покрытия в качестве прозрачного электрода [10]. После более чем 20-летнего применения FOLED становится все более востребованным. По сравнению с традиционным OLED, FOLED обладает уникальной гибкостью благодаря своей подложке.

Для изготовления FOLED могут использоваться гибкие пластиковые материалы (такие, как PI или PET), металлические фольги (фольга из нержавеющей стали) или ультратонкое стекло для

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>